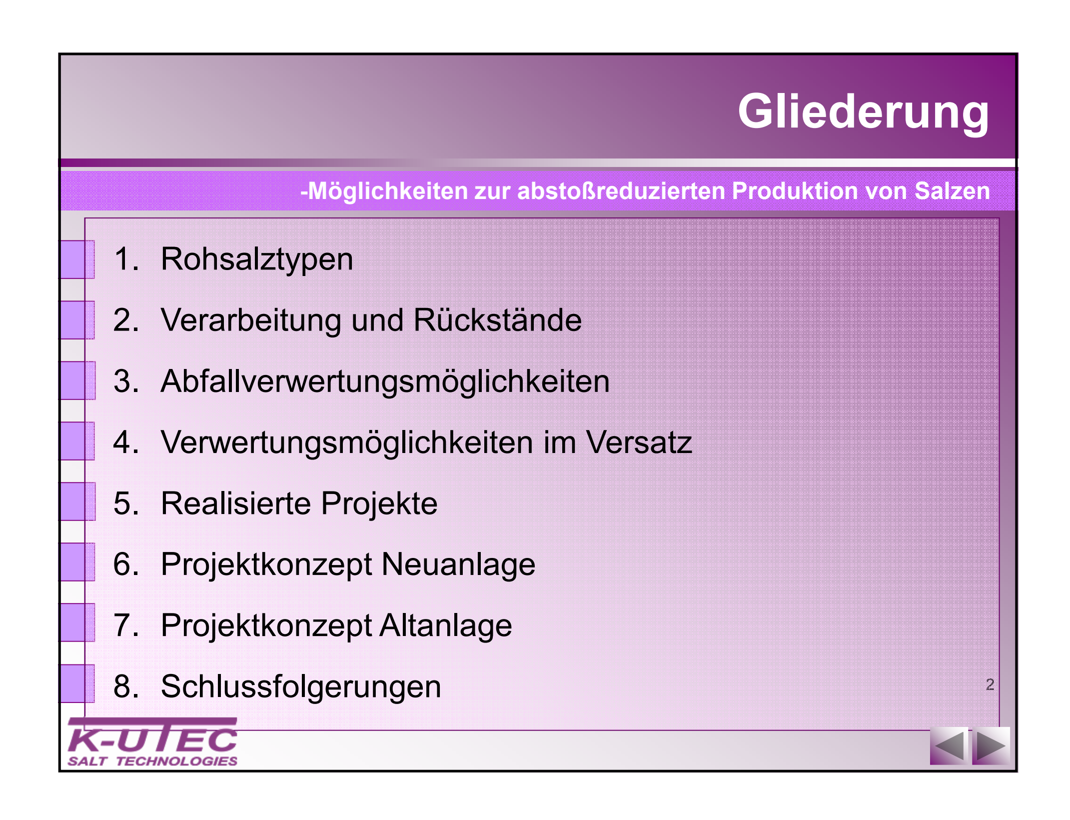
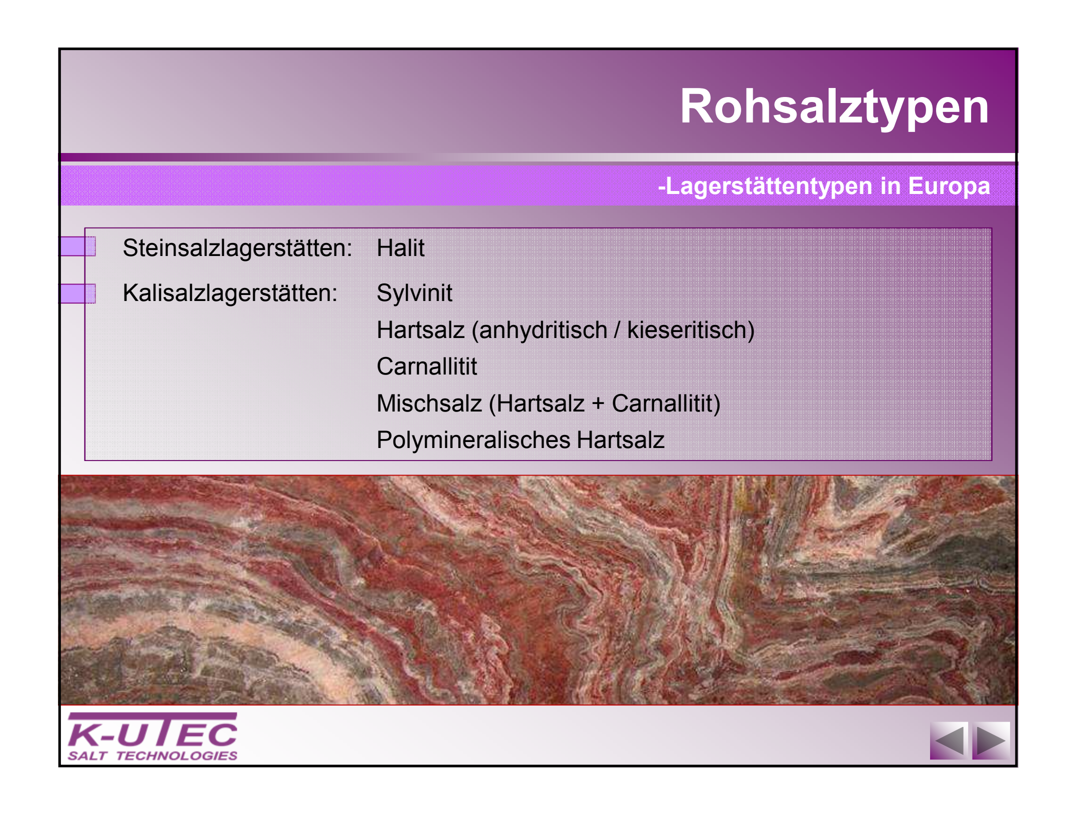
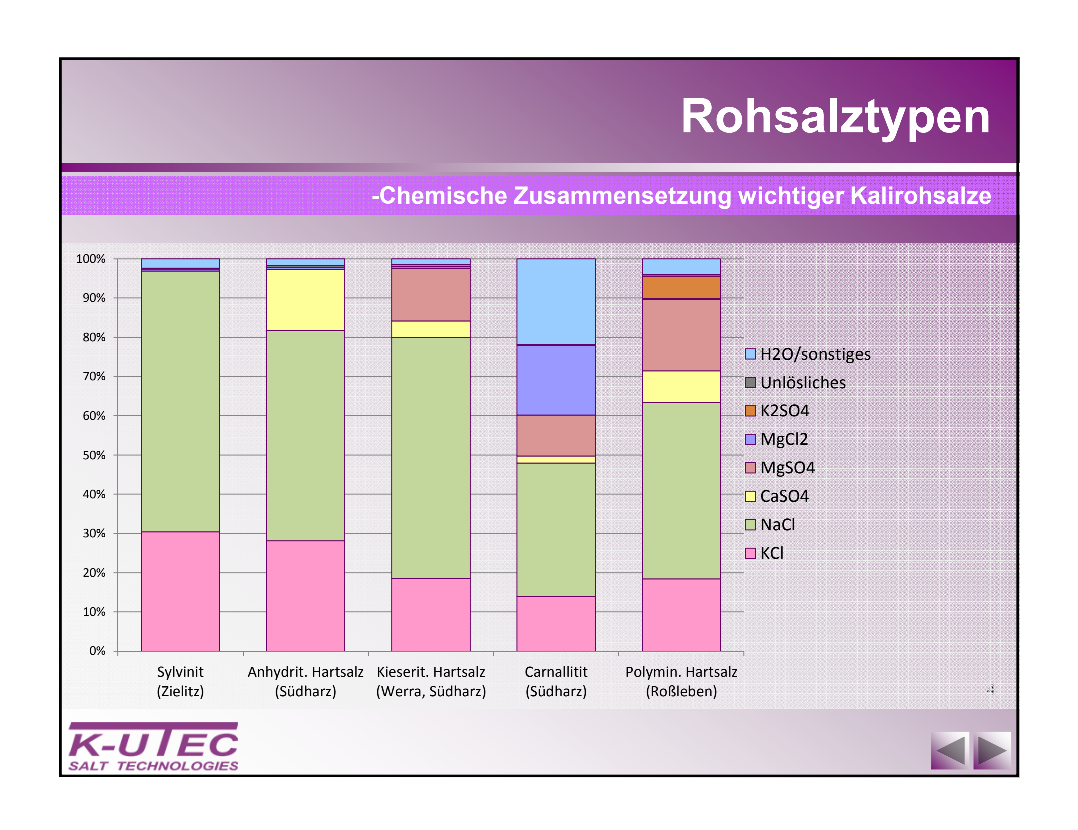
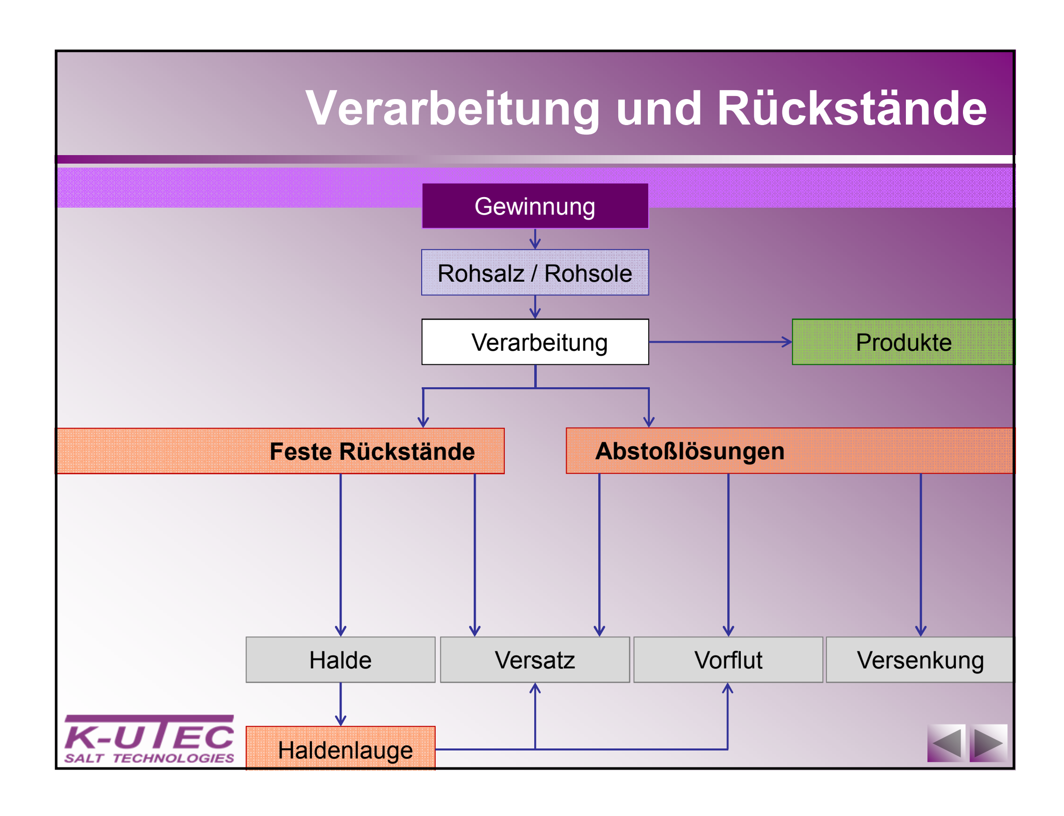

Möglichkeiten zur abstoßreduzierten
Produktion von Salzen
Erfahrungen aus der weltweiten Ingenieurtätigkeit der K-UTEC AG
Dr. Heiner Marx
Dr. Heinz Scherzberg | Dr. Bernd Schultheis
Dipl.-Phys. Jürgen Bach | Dr. Axel Stäubert
Festkolloquium
05.10.2012 | Haus der Kunst, Sondershausen
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Gliederung
-Möglichkeiten zur abstoßreduzierten Produktion von Salzen
1. Rohsalztypen
2. Verarbeitung und Rückstände
3. Abfallverwertungsmöglichkeiten
4. Verwertungsmöglichkeiten im Versatz
5. Realisierte Projekte
6. Projektkonzept Neuanlage
7. Projektkonzept Altanlage
8. Schlussfolgerungen
2
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

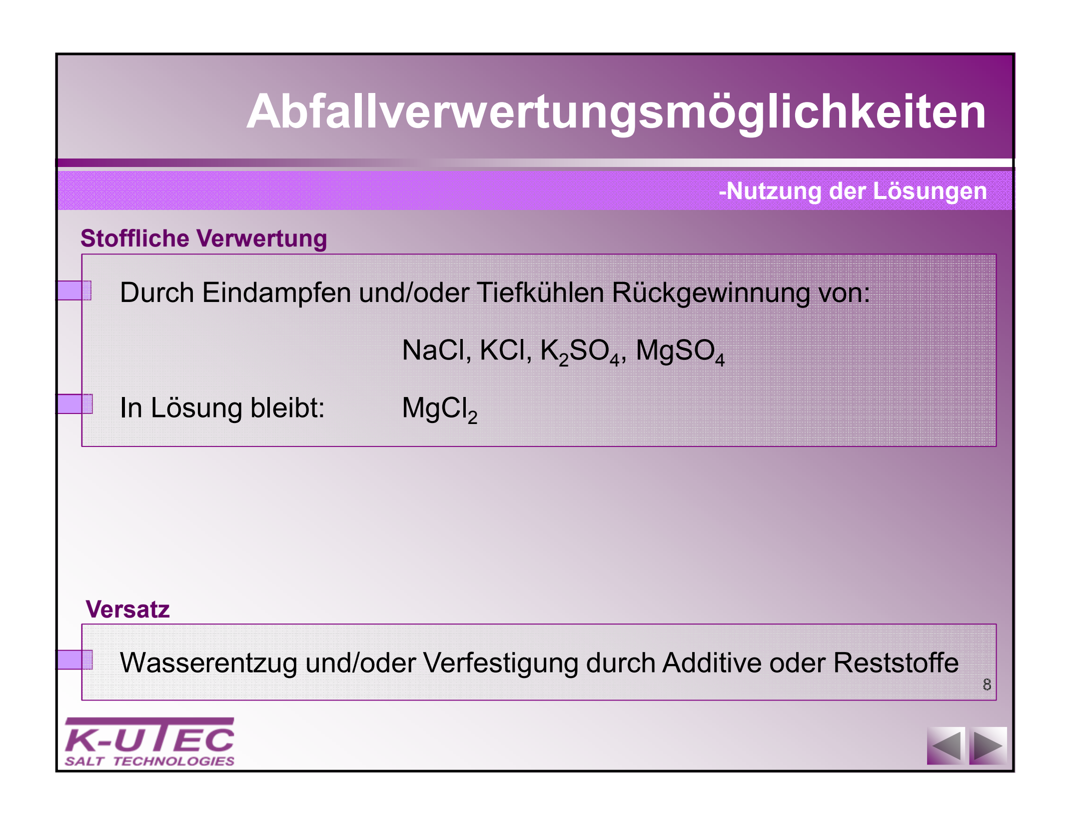

Rohsalztypen
-Lagerstättentypen in Europa
Steinsalzlagerstätten: Halit
Kalisalzlagerstätten: Sylvinit
Hartsalz (anhydritisch / kieseritisch)
Carnallitit
Mischsalz (Hartsalz + Carnallitit)
Polymineralisches Hartsalz
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

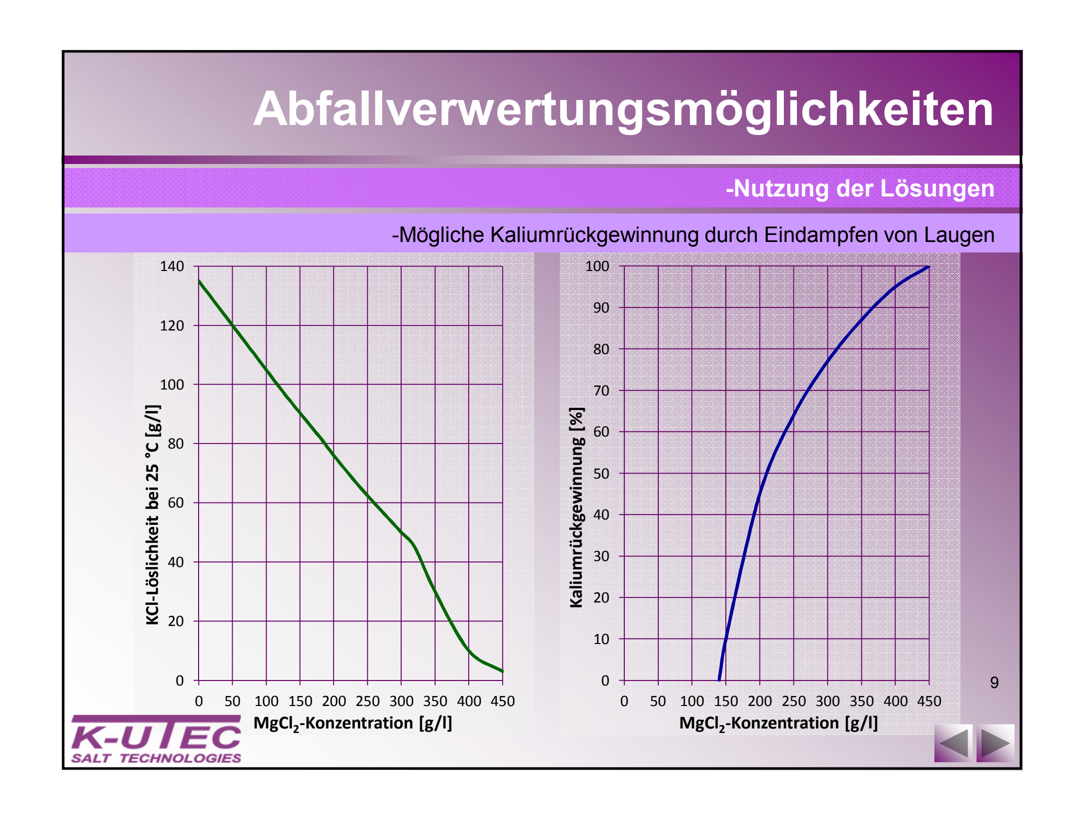

Rohsalztypen
-Chemische Zusammensetzung wichtiger Kalirohsalze
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
Sylvinit (Zielitz)
Anhydrit. Hartsalz (Südharz)
Kieserit. Hartsalz (Werra, Südharz)
Carnallitit (Südharz)
Polymin. Hartsalz (Roßleben)
H2O/sonstiges
Unlösliches
K2SO4
MgCl2
MgSO4
CaSO4
NaCl
KCl
4
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

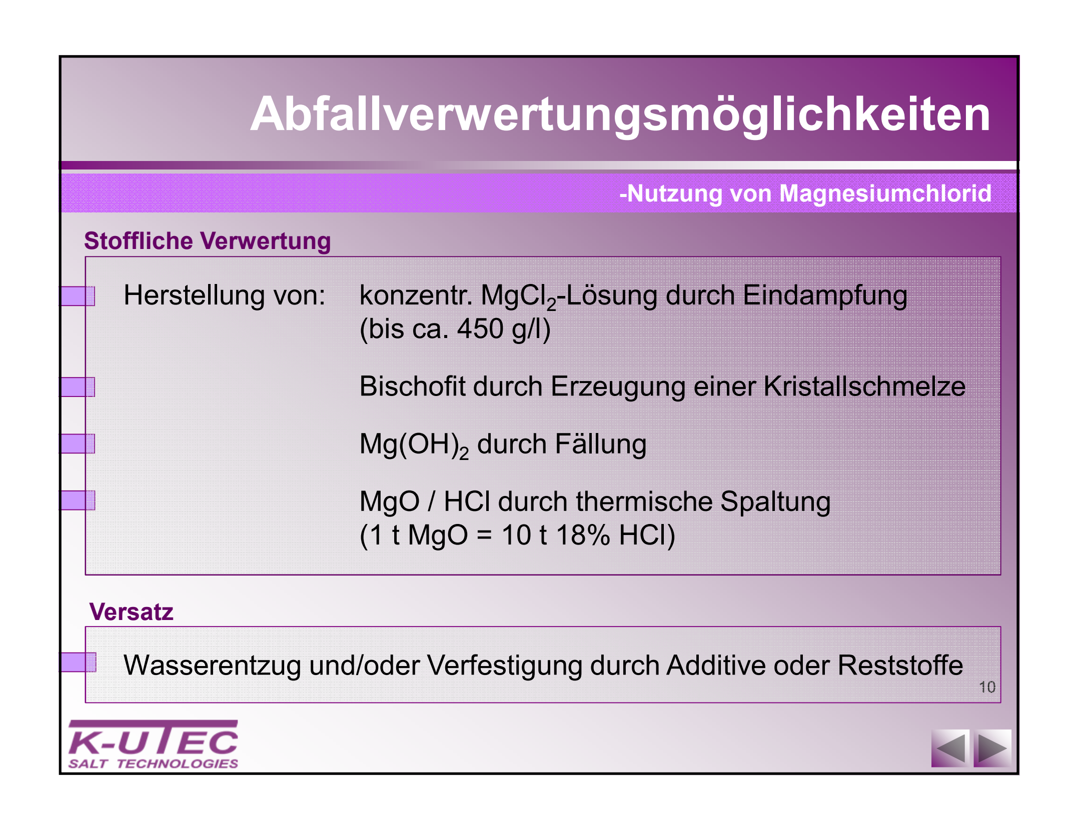

Verarbeitung und Rückstände
Gewinnung
Rohsalz / Rohsole
Verarbeitung
Produkte
Feste Rückstände
Abstoßlösungen
Halde
Versatz
Vorflut
Versenkung
Haldenlauge
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Abfallverwertungsmöglichkeiten
-Möglichkeiten zur Verringerung bzw. Vermeidung
Feste Rückstände
Spülversatz
Dickstoffversatz
mit integrierter $MgCl_2$-Verfestigung
Stoffliche Nutzung der NaCl-Komponente
Abstoßlösungen / Haldenlauge
Volumenreduzierung und/oder
Wertstoffrückgewinnung
Verfestigung verbleibender
Restlösungen für den Versatz
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

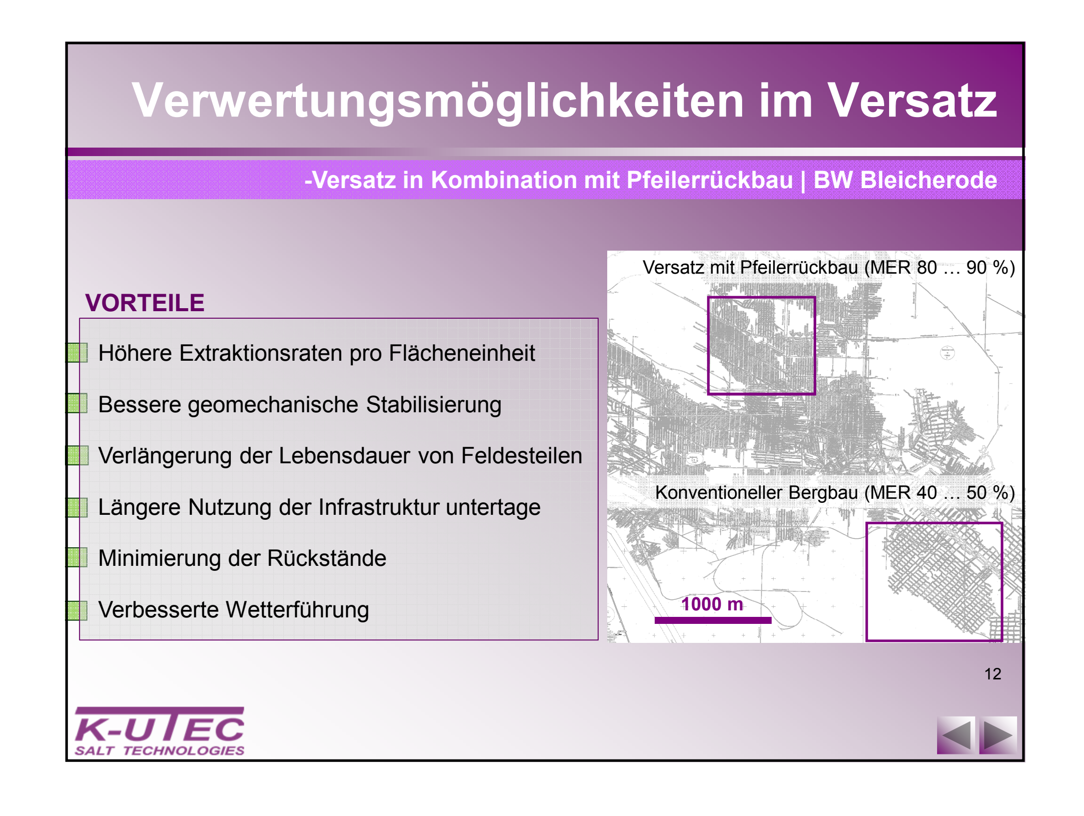

Abfallverwertungsmöglichkeiten
-Aufbereitung der Lösungen
Rohsalz
Lösung
Halit:
Eindampfen;
ggf. Glaserit-Prozess
Sylvinit:
Eindampfen, Tiefkühlen
Anhydrit. Hartsalz:
Eindampfen, Tiefkühlen
Kieserit. Hartsalz:
Schönit-Prozess;
ggf. separate MgCl2-Aufbereitung
Carnallitit:
Carnallit-Prozess;
ggf. Schönit-Prozess;
separate MgCl2-Aufbereitung
7
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

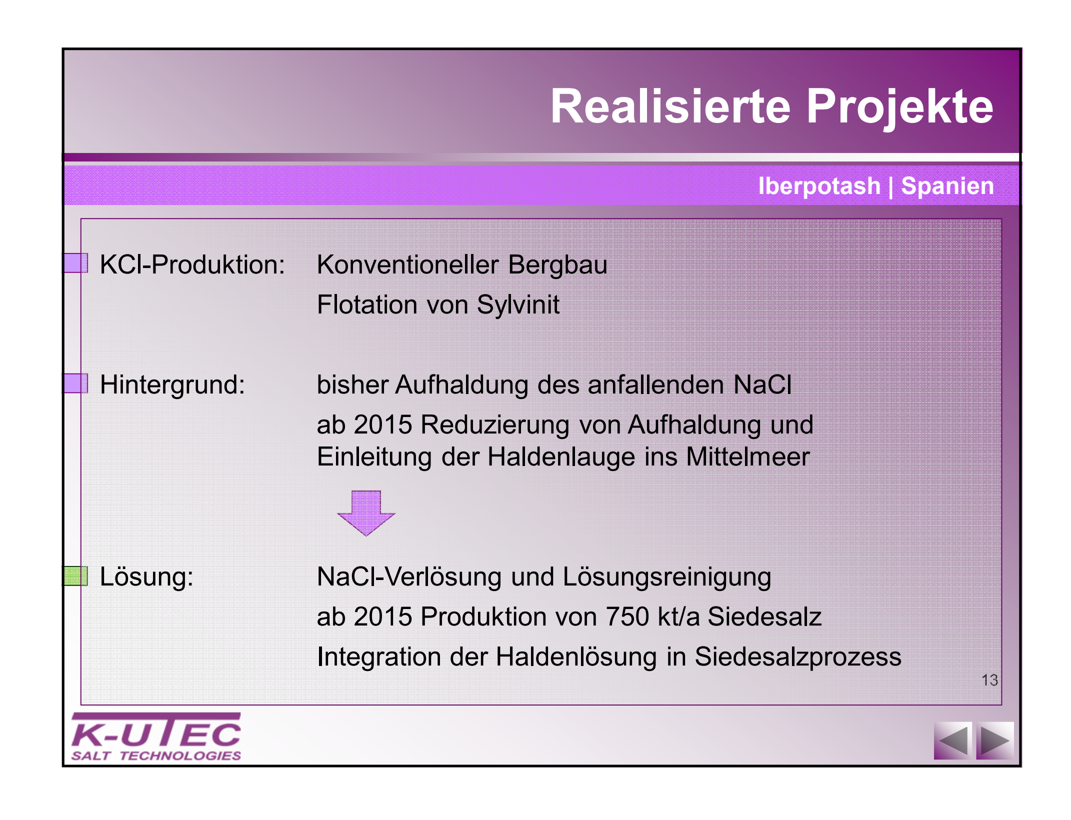

Abfallverwertungsmöglichkeiten
-Nutzung der Lösungen
Stoffliche Verwertung
Durch Eindampfen und/oder Tiefkühlen Rückgewinnung von:
NaCl, KCl, K2SO4, MgSO4
In Lösung bleibt:
MgCl2
Versatz
Wasserentzug und/oder Verfestigung durch Additive oder Reststoffe
8
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

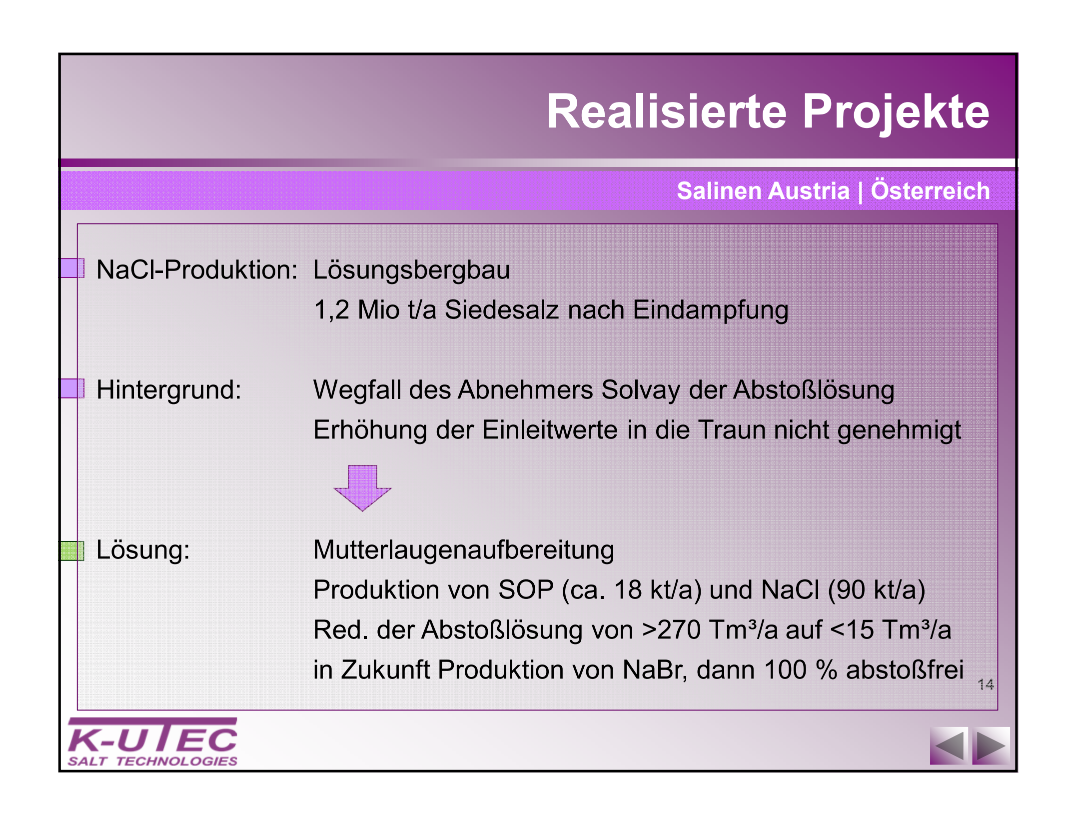

Abfallverwertungsmöglichkeiten
-Nutzung der Lösungen
-Mögliche Kaliumrückgewinnung durch Eindampfen von Laugen
KCl-Löslichkeit bei 25 °C [g/l]
140
120
100
80
60
40
20
0
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450
MgCl2-Konzentration [g/l]
Kaliumrückgewinnung [%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450
MgCl2-Konzentration [g/l]
9
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

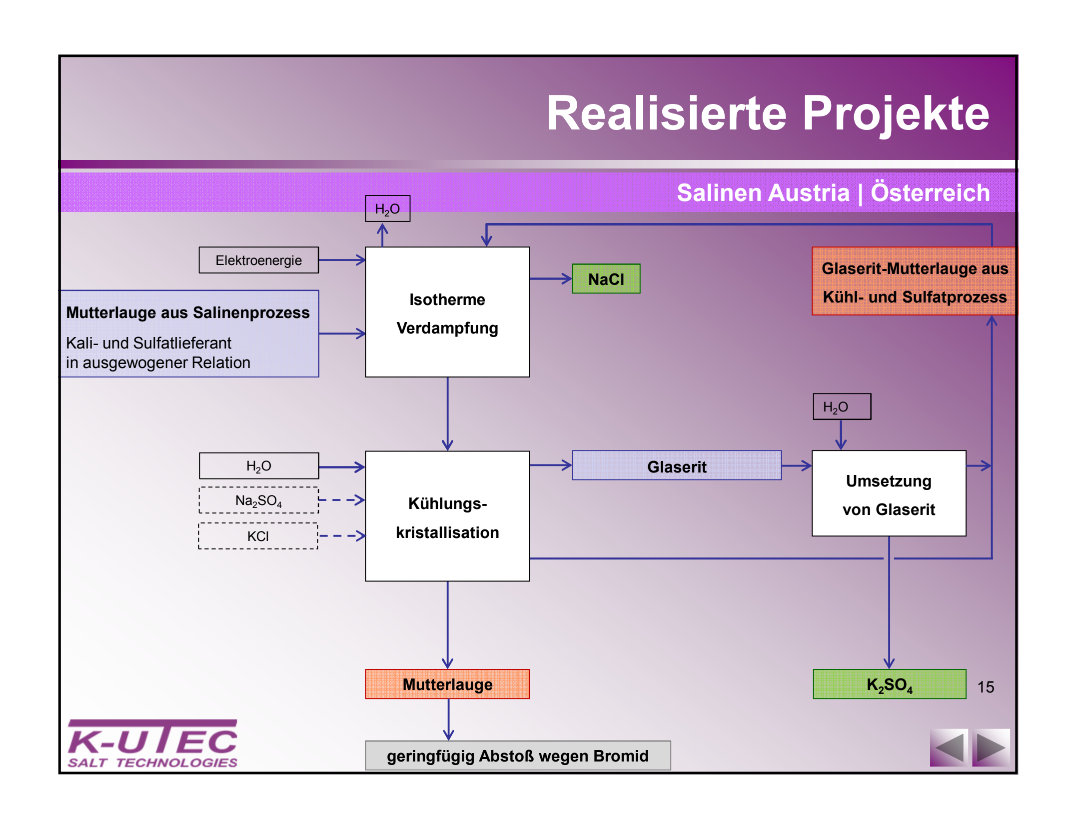

Abfallverwertungsmöglichkeiten
-Nutzung von Magnesiumchlorid
Stoffliche Verwertung
Herstellung von: konzentr. MgCl2-Lösung durch Eindampfung (bis ca. 450 g/l)
Bischofit durch Erzeugung einer Kristallschmelze
Mg(OH)2 durch Fällung
MgO / HCl durch thermische Spaltung (1 t MgO = 10 t 18% HCl)
Versatz
Wasserentzug und/oder Verfestigung durch Additive oder Reststoffe
10
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Verwertungsmöglichkeiten im Versatz
-Historischer Abriss
1884 Einführung der Versatzpflicht im Kalibergbau (Steinsalz-Bergeversatz); Polizeiverordnung des Königlichen Oberbergamtes zu Halle
1908 Einführung eines planmäßigen Spülversatzes mit bergbaueigenen Abfällen
1967 Aufhebung der generellen Versatzpflicht und Umstellung auf Haldenbetrieb
1993 Spül- bzw. Dickstoffversatz zur Verbringung bergbaufremder Abfälle
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES
Quelle: Stäubert, A.: Auswirkungen des Kali- und Steinsalzbergbaus auf die Tagesoberfläche (Vorlesungskonzept 1996, aktualisiert bis 25. Juni 2012). –Sondershausen: K-UTEC AG Salt Technologies

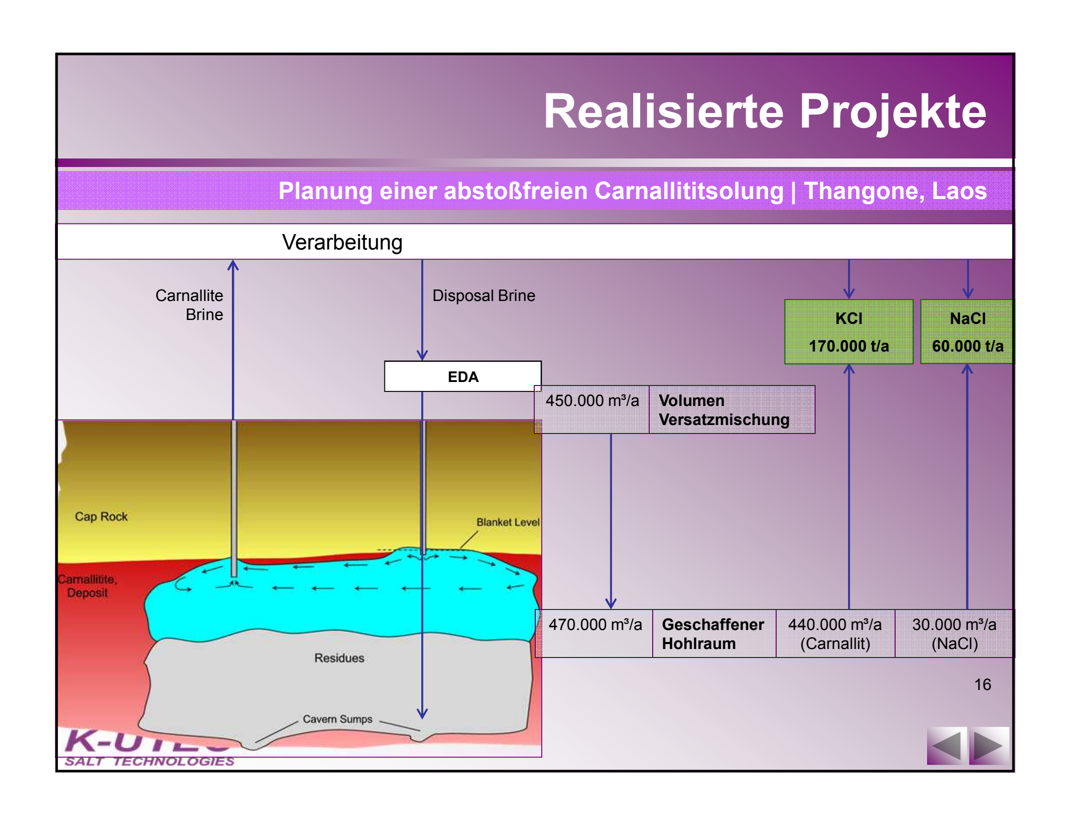

Verwertungsmöglichkeiten im Versatz
-Versatz in Kombination mit Pfeilerrückbau | BW Bleicherode
VORTEILE
Höhere Extraktionsraten pro Flächeneinheit
Bessere geomechanische Stabilisierung
Verlängerung der Lebensdauer von Feldesteilen
Längere Nutzung der Infrastruktur untertage
Minimierung der Rückstände
Verbesserte Wetterführung
Versatz mit Pfeilerrückbau (MER 80 … 90 %)
Konventioneller Bergbau (MER 40 … 50 %)
1000 m
12
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Realisierte Projekte
Iberpotash | Spanien
KCl-Produktion:
Konventioneller Bergbau
Flotation von Sylvinit
Hintergrund:
bisher Aufhaldung des anfallenden NaCl
ab 2015 Reduzierung von Aufhaldung und
Einleitung der Haldenlauge ins Mittelmeer
Lösung:
NaCl-Verlösung und Lösungsreinigung
ab 2015 Produktion von 750 kt/a Siedesalz
Integration der Haldenlösung in Siedesalzprozess
13
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Realisierte Projekte
Salinen Austria | Österreich
NaCl-Produktion:
Lösungsbergbau
1,2 Mio t/a Siedesalz nach Eindampfung
Hintergrund:
Wegfall des Abnehmers Solvay der Abstoßlösung
Erhöhung der Einleitwerte in die Traun nicht genehmigt
Lösung:
Mutterlaugenaufbereitung
Produktion von SOP (ca. 18 kt/a) und NaCl (90 kt/a)
Red. der Abstoßlösung von >270 Tm³/a auf <15 Tm³/a
in Zukunft Produktion von NaBr, dann 100 % abstoßfrei
14
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES



Realisierte Projekte
Salinen Austria | Österreich
H_2O
Elektroenergie
Isotherme Verdampfung
NaCl
Glaserit-Mutterlauge aus Kühl- und Sulfatprozess
Mutterlauge aus Salinenprozess
Kali- und Sulfatlieferant in ausgewogener Relation
H_2O
H_2O
Na_2SO_4
KCl
Kühlungs-kristallisation
Glaserit
Umsetzung von Glaserit
Mutterlauge
K_2SO_4
15
geringfügig Abstoß wegen Bromid
K-UTEC SALT TECHNOLOGIES



Realisierte Projekte
Planung einer abstoßfreien Carnallititsolung | Thangone, Laos
Verarbeitung
Carnallite Brine
Disposal Brine
KCl 170.000 t/a
NaCl 60.000 t/a
EDA
450.000 m³/a
Volumen Versatzmischung
Cap Rock
Blanket Level
Carnallitite, Deposit
Residues
Cavern Sumps
470.000 m³/a
Geschaffener Hohlraum
440.000 m³/a (Carnallit)
30.000 m³/a (NaCl)
16
K-UTEC SALT TECHNOLOGIES

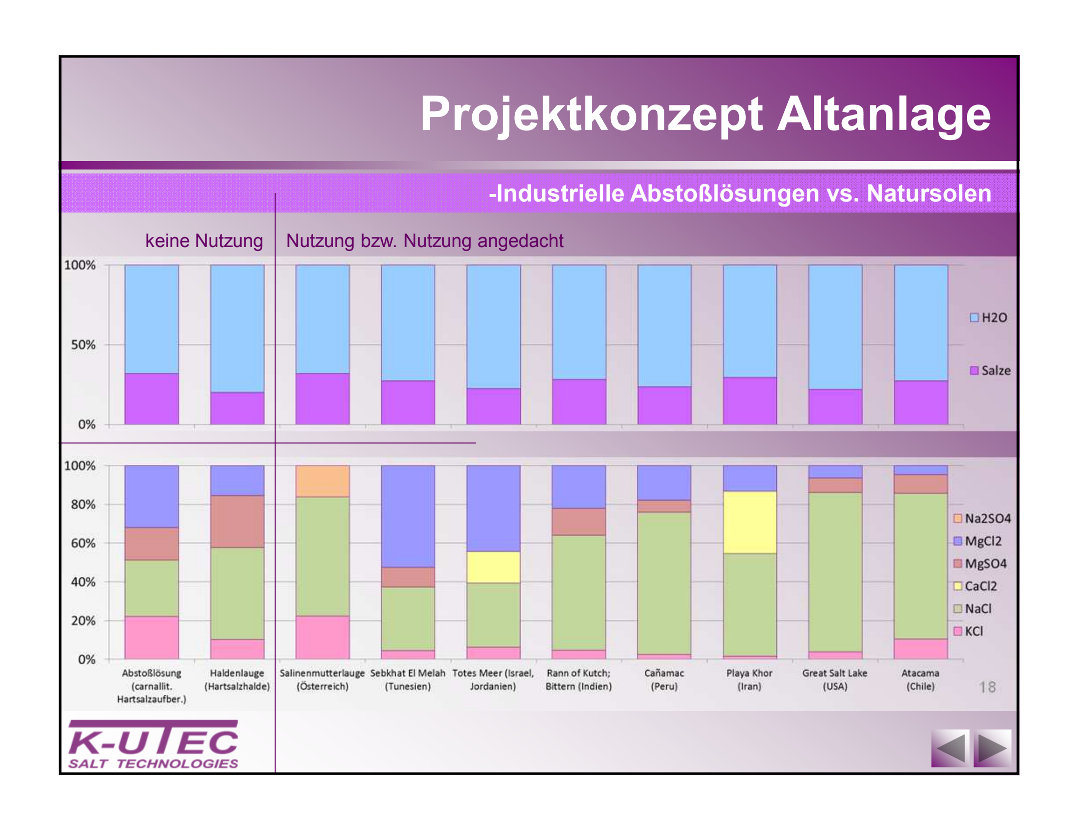
Projektkonzept Neuanlage

Konzept GSES | Deutschland

Ziel:	Gewinnung von KCl		
Rohsalz:	Carnallitit mit 10 % Hartsalz	1.000.000 t/a	525,000 m³/a
Produkte:	Kieserit	135.000 t/a	
	Anhydrit	16.000 t/a	
	KCl	137.000 t/a	
	NaCl (98 %)	350.000 t/a	
	$MgCl_2$-Lösung (ca. 450 g/l $MgCl_2$)	399.000 t/a	276.000 m³/a
Verwertung:	Traglösung für Versatz ind. Reststoffe	266.000 t/a	184.000 m³/a
	Straßenwinterdienst	133.000 t/a	92.000 m³/a

17

K-UTEC SALT TECHNOLOGIES



Projektkonzept Altanlage

-Theoretisches Konzept zur Aufbereitung einer Abstoßlösung und Haldenlauge

Zusammensetzung:

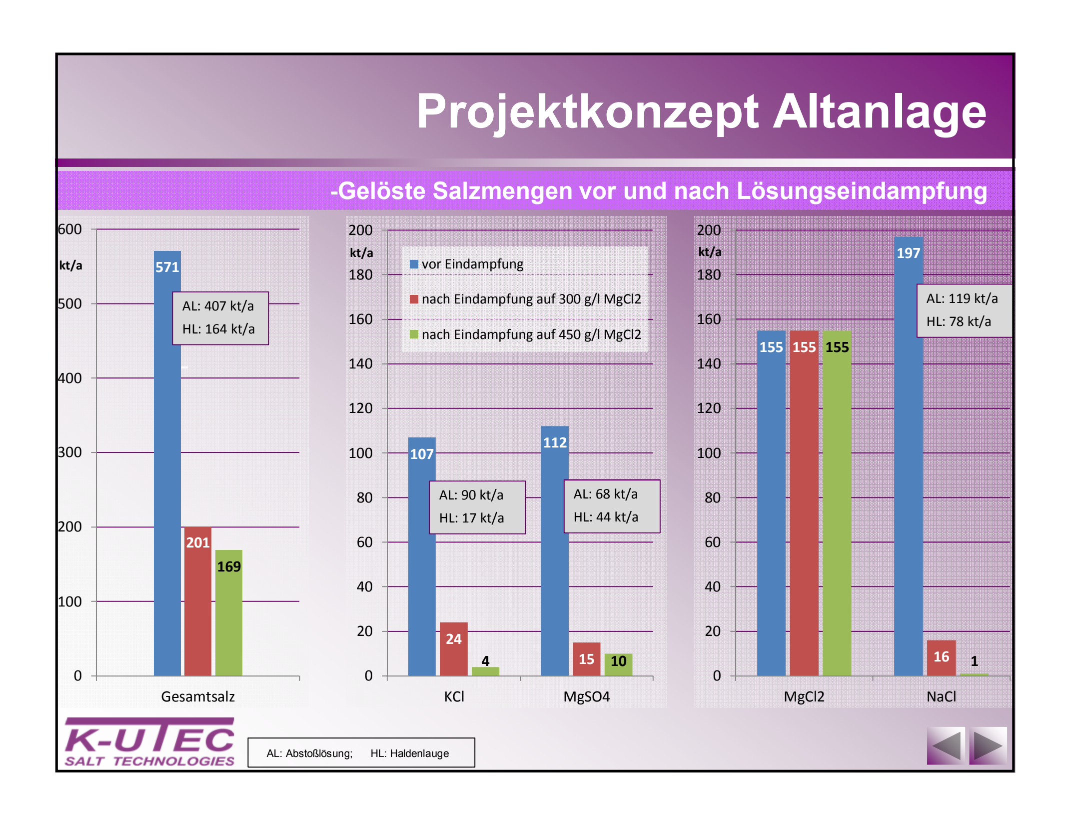
		Abstoßlösung aus carnallitischer Hartsalzaufbereitung	**Haldenlauge** aus Hartsalzhalde
Menge	m³/a	1.000.000	700.000
KCl	t/a	90.000	17.000
NaCl	t/a	119.000	78.000
$MgSO_4$	t/a	68.000	44.000
$MgCl_2$	t/a	130.000	25.000

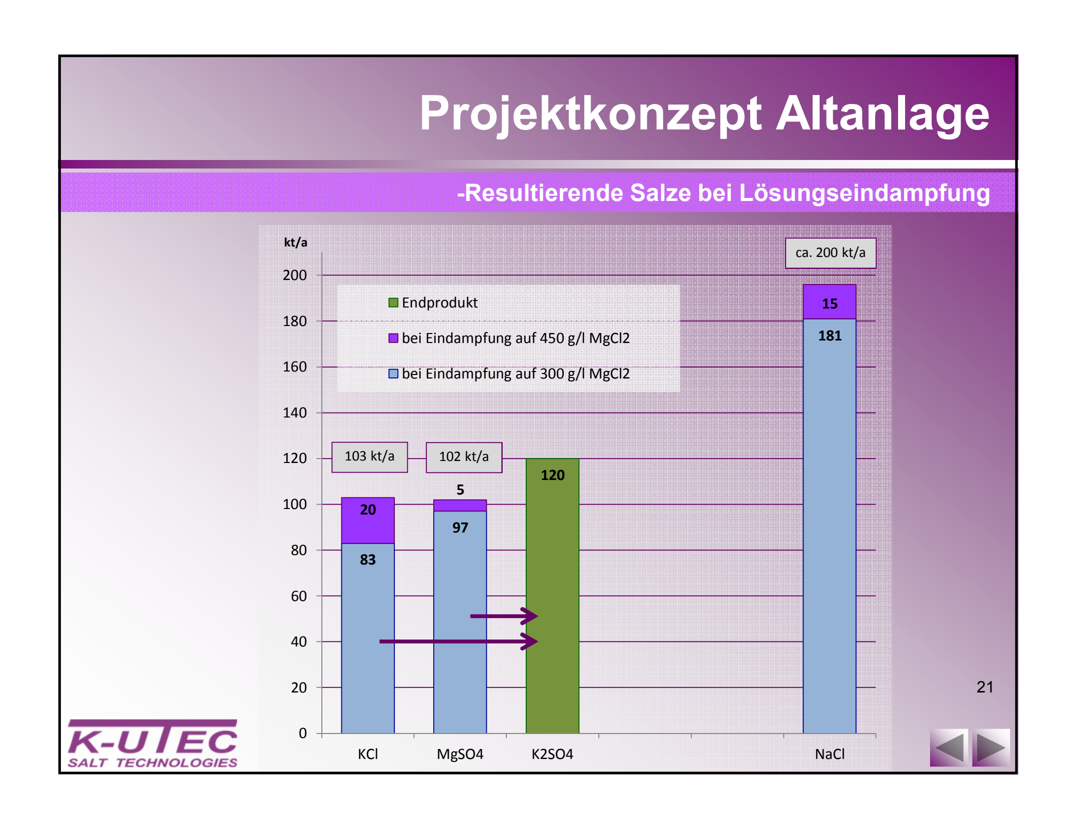
Mögliche Aufbereitung:

Eindampfen; Gewinnung von Kainit, KCl; Herstellung von K_2SO_4 über Schönit

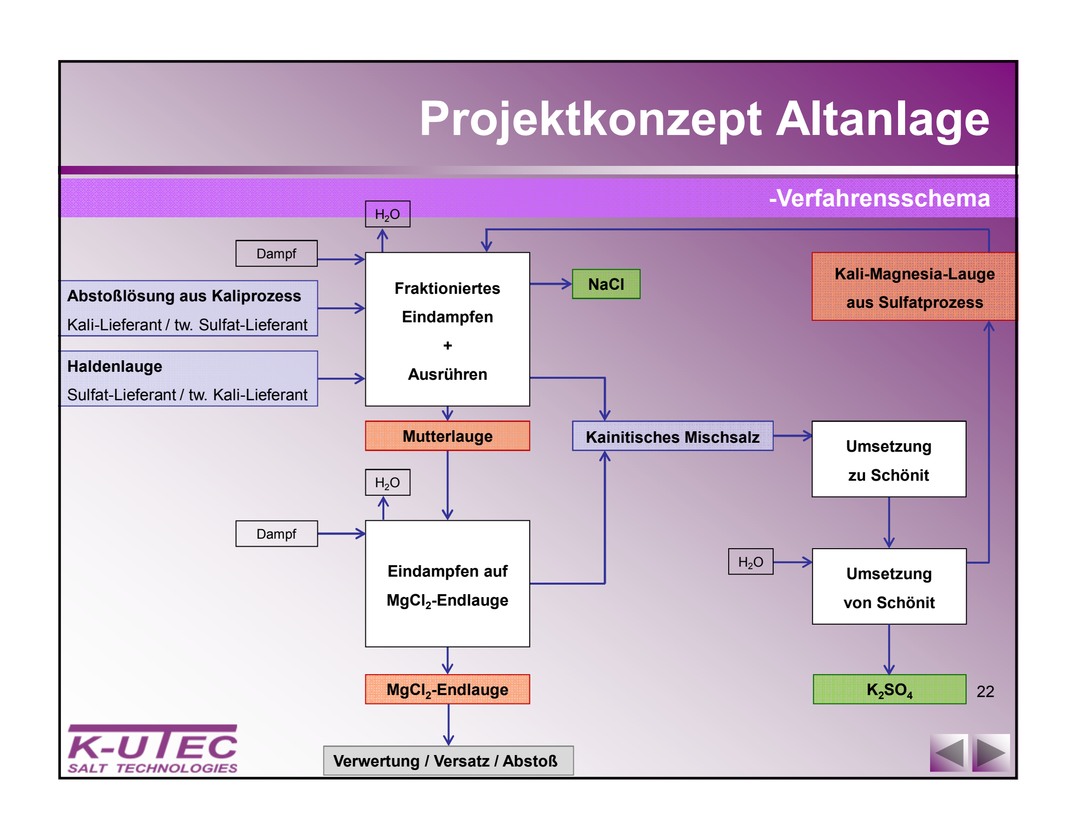
19

K-UTEC SALT TECHNOLOGIES

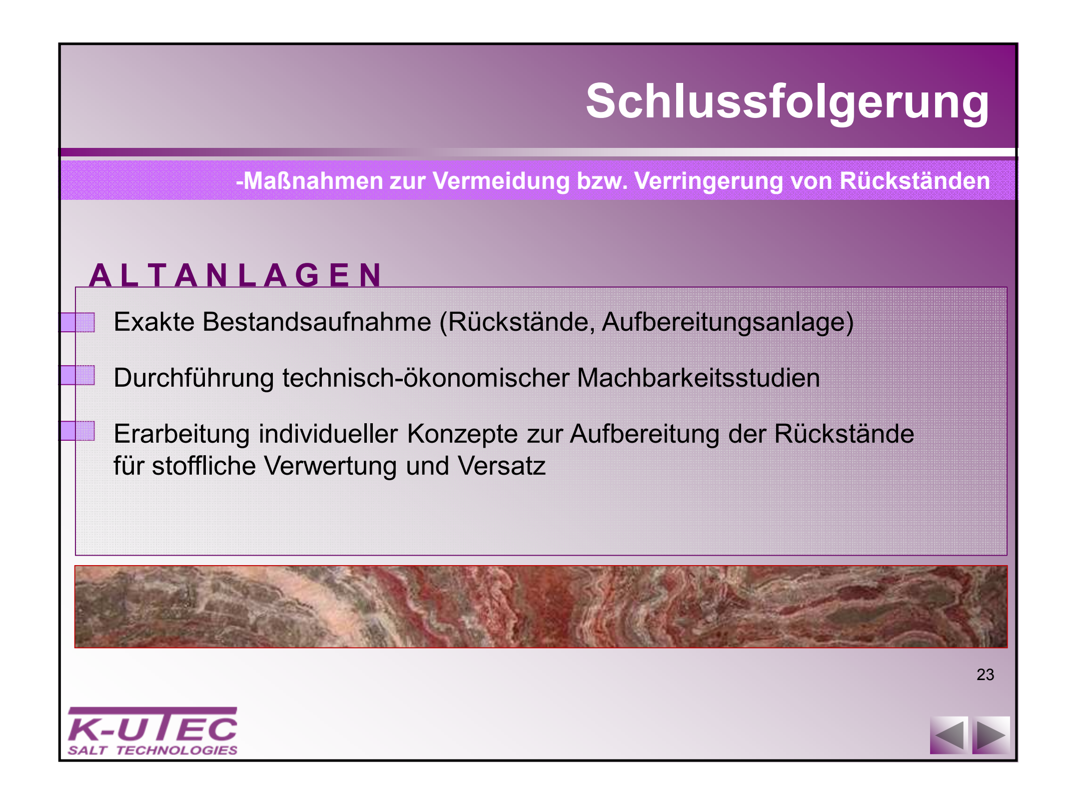


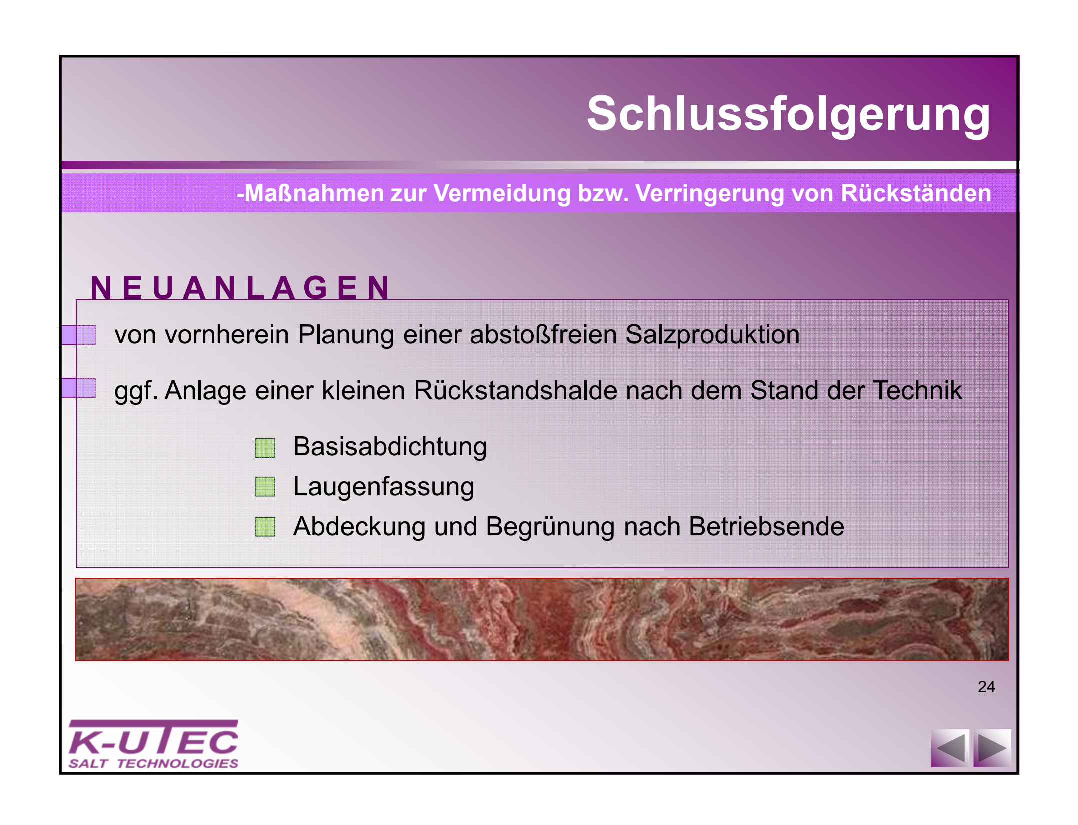


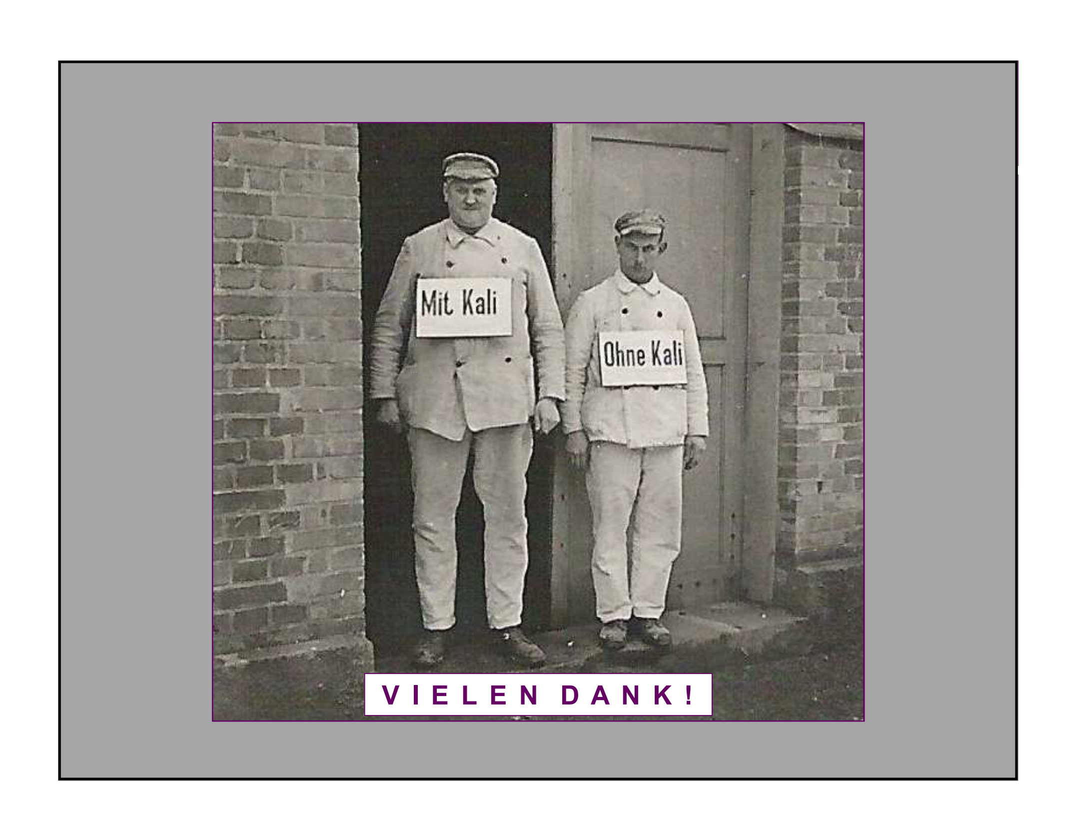
Projektkonzept Altanlage
-Resultierende Salze bei Lösungseindampfung
kt/a
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Endprodukt
bei Eindampfung auf 450 g/l MgCl2
bei Eindampfung auf 300 g/l MgCl2
ca. 200 kt/a
15
181
103 kt/a
102 kt/a
120
20
5
97
83
KCl
MgSO4
K2SO4
NaCl
21
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES



Projektkonzept Altanlage
-Verfahrensschema
H_2O
Dampf
Abstoßlösung aus Kaliprozess
Kali-Lieferant / tw. Sulfat-Lieferant
Haldenlauge
Sulfat-Lieferant / tw. Kali-Lieferant
Fraktioniertes
Eindampfen
+
Ausrühren
NaCl
Kali-Magnesia-Lauge
aus Sulfatprozess
Mutterlauge
Kainitisches Mischsalz
Umsetzung
zu Schönit
H_2O
Dampf
Eindampfen auf
$MgCl_2$-Endlauge
H_2O
Umsetzung
von Schönit
$MgCl_2$-Endlauge
K_2SO_4
22
Verwertung / Versatz / Abstoß
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Schlussfolgerung
-Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verringerung von Rückständen
ALTANLAGEN
Exakte Bestandsaufnahme (Rückstände, Aufbereitungsanlage)
Durchführung technisch-ökonomischer Machbarkeitsstudien
Erarbeitung individueller Konzepte zur Aufbereitung der Rückstände für stoffliche Verwertung und Versatz
23
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Schlussfolgerung
-Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verringerung von Rückständen
NEUANLAGEN
von vornherein Planung einer abstoßfreien Salzproduktion
ggf. Anlage einer kleinen Rückstandshalde nach dem Stand der Technik
Basisabdichtung
Laugenfassung
Abdeckung und Begrünung nach Betriebsende
24
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Mit Kali
Ohne Kali
VIELEN DANK!